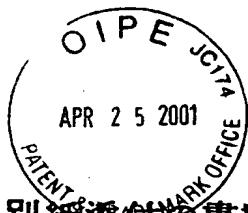


CFG 2741 US



日本国特許庁
PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

Ishizuka
09/780,433
2878

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
with this Office.

出願年月日
Date of Application:

2000年 2月 15日

出願番号
Application Number:

特願2000-037044

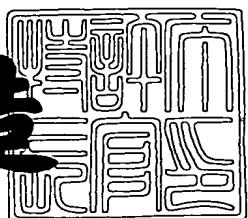
出願人
Applicant(s):

キヤノン株式会社

2001年 3月 9日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3016541

【書類名】 特許願

【整理番号】 4114002

【提出日】 平成12年 2月15日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G02B 26/10

【発明の名称】 光学式エンコーダ

【請求項の数】 4

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子三丁目30番2号 キヤノン株式会社内

【氏名】 石塚 公

【特許出願人】

【識別番号】 000001007

【氏名又は名称】 キヤノン株式会社

【代表者】 御手洗 富士夫

【代理人】

【識別番号】 100075948

【弁理士】

【氏名又は名称】 日比谷 征彦

【電話番号】 03-3852-3111

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 013365

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9703876

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光学式エンコーダ

【特許請求の範囲】

【請求項1】 相対移動する回折格子スケールに可干渉光束を照射し、2つの異なる次数の回折光を発生し、円環状に格子パターンを形成した回折格子により前記2つの回折光を偏向し、前記回折格子スケールに再照射して再び回折し、前記それぞれの回折光同士を重ね合わせて干渉させた光束を受光素子に導き、前記回折格子スケールの移動に伴う周期信号を出力することを特徴とするエンコーダ。

【請求項2】 前記円環状格子は反射タイプの回折格子とした請求項1に記載の光学式エンコーダ。

【請求項3】 前記円環状格子は透過タイプの回折格子とし、該回折格子を反射光学素子と組み合わせて2回回折することにより、元の回折格子スケールに再照射するようにした請求項1に記載の光学式エンコーダ。

【請求項4】 前記円環状格子は光束が照射される部分の近隣にのみ形成した請求項1に記載の光学式エンコーダ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、産業用計測機械等において、位置や角度情報を検出するための（部分）円環状回折格子による反射機構を有する光学式エンコーダに関するものである。

【0002】

【従来の技術】

従来から、光の回折干渉現象を応用して物体の位置や速度の変動を検出する格子干渉方式エンコーダが開発製造されている。特に、ミクロンオーダの微細スケールを採用し、このスケールによって回折された2つの光束を取り出して干渉させることによって、幾何光学式エンコーダよりもはるかに高分解能のエンコーダ

が提供されている。このエンコーダは2つの回折光の波面を合成して干渉パターンを生成する構成を採用しているが、干渉光学系であることから各光学素子の加工や配置精度が非常に厳しいのが現状である。特に、スケール部と検出ヘッド部が分離した組み込み型のエンコーダの場合には、ユーザがスケールと検出ヘッド部をモータやステージ等に装着しなければならず、その作業における困難性が問題となっている。

【0003】

図11は従来例のリニアエンコーダの構成図を示し、可干渉光源である半導体レーザー光源1からの光束をコリメータレンズ2を介して偏光ビームスプリッタ3により偏光成分毎に分割している。偏光ビームスプリッタ3を透過したP偏光光束は光学反射面に伝播された後に、角度θでスケール4上の回折格子部に入射し、反射して+1次回折光として射出し、1/4波長板5を介して反射光学素子6により元の光路に戻され、更に+1次回折して偏光ビームスプリッタ3まで戻される。

【0004】

一方の偏光ビームスプリッタ3で反射したS偏光光束は光学反射面に伝播された後に、角度θでスケール4上の回折格子部に入射し、反射して-1次回折光として射出し、1/4波長板5を介して反射光学素子6により元の光路に戻され、更に-1次回折して偏光ビームスプリッタ3まで戻される。

【0005】

ここで、何れの回折光の光路中にも1/4波長板5が挿入されているために、偏光方位は往復によって90度変換され、前者はS偏光光束となり後者はP偏光光束となって偏光ビームスプリッタ3に戻されている。従って、偏光ビームスプリッタ3では+1次回折光は反射し、-1次回折光は透過してそれぞれ波面が重ね合わされて射出される。その後に1/4波長板7を透過して、2光束間の位相差に基づいて偏光方位が変化する直線光光束に変換され、後段の非偏光ビームスプリッタ8により2分割され、それぞれ偏光板9a、9bにより特定の偏光方位のみが抽出されて、受光素子10a、10bにおいて明暗信号が得られる。このそれぞれの明暗信号の位相（タイミング）は、偏光板9a、9bの偏光方位のず

れで与えられるので、偏光板9aと偏光板9bは互いに偏光方位を45度ずらすことによって、明暗信号の位相差を90度に設定している。

【0006】

本実施例に採用されている反射光学素子6には、屈折率分布タイプのレンズ光学素子を使用し、平行光束が入射したときに端面で集光するように長さが選択され、更に端面には反射膜がコートされている。このような光学素子はキャツツアイと呼ばれ、入射した光束と全く反対の方位に光束を進行させる性質がある。このエンコーダにおいては、一般的に半導体レーザー光源1の波長が変動すると回折角が変化して光路がずれると共に、干渉させる2光束間の角度が変化して干渉状態が変化してしまう。また、スケール4と検出ヘッド部のアライメントが相対的にずれても同様に光路がずれてしまう。しかし、上述の反射光学素子6を使用することによって、回折角がずれても元の角度で進行するために、再回折光の進路には変化が生ぜず、安定した計測ができるようにされている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら上述の従来例においては、反射光学素子6は5mm程度の寸法が必要であり、光束を略垂直に入射しないと所定の性能が得られないために、一般的には回折角に合わせて配置場所を決定する必要があり、更にエンコーダ自体を小型化するには空間的に斜めに配置することになって寸法的に限界が生ずる。

【0008】

また、スケール4がロータリエンコーダの場合は放射状回折格子を使用するので、キャツツアイの中心部に入射しないと、戻された光束が回折格子スケール4に再照射される際に照射場所が若干ずれてしまう。この結果、再回折光の方位がずれるという現象が発生し、格子ピッチがミクロンオーダに細かく、かつ放射格子スケールの直径（ディスク径）が小さい程この影響は大きくなる。そしてこの影響は、スケール4と検出部とが分離したタイプでは、両者のギャップ寸法や設置角度誤差等によるアライメント誤差の影響として大きく現れる。従って、キャツツアイを使用した方式では更なる微細な放射格子スケールを使用する上で限界がある。

【0009】

本発明の目的は、上述の問題点を解消し、キャッツアイに代る光路ずれ補正光学系を用いて安定した光束検出を行う光学式エンコーダを提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するための本発明に係る光学式エンコーダは、相対移動する回折格子スケールに可干渉光束を照射し、2つの異なる次数の回折光を発生し、円環状に格子パターンを形成した回折格子により前記2つの回折光を偏向し、前記回折格子スケールに再照射して再び回折し、前記それぞれの回折光同士を重ね合わせて干渉させた光束を受光素子に導き、前記回折格子スケールの移動に伴う周期信号を出力することを特徴とする。

【0011】

【発明の実施の形態】

本発明を図1～図10に図示の実施例に基づいて詳細に説明する。

図1は第1の実施例のリニアエンコーダの構成図を示す。半導体レーザー光源11から射出する光束の光路上に、コリメータレンズ12、ビームスプリッタ13、円環状反射格子14、回折格子スケール15が配列されており、ビームスプリッタ13の反射方向に受光素子16が配置されている。ここで、回折格子スケール15上の格子ピッチをP1とすると、円環状反射格子14はピッチP2 = P1/2の関係に設定されている。

【0012】

このような構成により、半導体レーザー光源11から射出した光束Lは、コリメータレンズ12により略平行光束となり、ビームスプリッタ13、円環状反射格子14の中央部を透過して、回折格子スケール15に照射され、回折格子スケール15からの反射回折光L+、L-は、それぞれ円環状反射格子14上に照射される。円環状反射格子14は局所的に見ると格子ピッチP2のリニア回折格子として作用し、回折格子スケール15の同一位置に向けて照射されて再び回折し、それらの光束がそれぞれ重ね合わされてビームスプリッタ13まで戻される。

【0013】

この光束はそれぞれビームスプリッタ13によって半導体レーザー光源11と異なる方向へ取り出され、干渉光束として受光素子16において検出される。なお、±1次回折光を使用した場合には、干渉の明暗周期は回折格子スケール15の1ピッチ分の移動に対して4周期である。

【0014】

図2は半導体レーザー光源11の発振波長が温度環境の変化等の要因により変化して回折角が変わった場合の光路ずれの説明図である。回折格子スケール15による回折光の回折角が変わっても、円環状反射格子14により元の回折角で回折されるので、回折格子スケール15による再回折位置及び射出光束の状態は不変であり、干渉状態は安定しており、格子を放射状格子に変えても問題がない。

【0015】

図3は回折格子スケール15の位置をずらした場合の光路ずれの説明図である。検出ヘッドと回折格子スケール15のギャップが小さくなっても、円環状反射格子14により回折されるので、回折格子スケール15による再回折位置及び射出光束の状態は不変であり、干渉状態は安定している。これは格子を放射状格子に変えても問題がない。

【0016】

図4は回折格子スケール15と検出ヘッド部の設置角度をアジマス方向にずらした場合の光路ずれの説明図である。アジマス誤差が多少加わっても円環状反射格子14の作用により元の光路に回折されるので、回折格子スケール15で再回折位置及び射出光束の状態は不変であり、干渉状態は安定している。

【0017】

図5は回折格子スケール15と検出ヘッド部の設置角度に格子線を軸にしてチルト誤差を与えた場合の光路ずれの説明図である。チルト誤差が多少加わっても、回折格子スケール15に再回折位置及び射出光束の状態において、±1次回折光束間には差は生じないので干渉状態は安定している。ただし、再回折位置自体はズれることがある。

【0018】

図6は回折格子スケール15と検出ヘッド部の設置角度に格子配列方位を軸に

してチルト誤差を与えた場合の光路ずれの説明図である。チルト誤差が多少加わっても、同様に±1次回折光光束間に差が生じないので干渉状態は安定しており、再回折位置自体はずれる。

【0019】

このように、反射光学素子として円環状反射格子14を採用することにより、小型性かつ高分解能で、取付け誤差に寛容な性能を得ることができる。

【0020】

図7は第2の実施例の構成図を示し、位相差信号を発生させるように偏光素子を配置して、2相信号検出にしたものである。可干渉光源である半導体レーザー光源11の光路上に、コリメータレンズ12、非偏光ビームスプリッタ13、円環状反射格子14、偏光方位を互いに90度ずらした2個の偏光板20S、20P、回折格子スケール15が配列されている。非偏光ビームスプリッタ13の反射方向には、1/4波長板21、非偏光ビームスプリッタ22が配列されており、非偏光ビームスプリッタ22の反射方向に偏光板23a、受光素子16aが配置され、透過方向に偏光板23b、受光素子16bが配置されている。

【0021】

このような構成により、半導体レーザー光源11からの光束Lはコリメータレンズ12、非偏光ビームスプリッタ13を透過した後に、円環状反射格子14の中央の透過窓部を通って回折格子スケール15に略垂直に照射される。回折格子スケール15から反射された+1次回折光は回折角θで射出し、円環状反射格子14により元の光路に回折反射され、更に回折格子スケール15により+1次回折されて非偏光ビームスプリッタ13まで戻される。

【0022】

一方の反射された-1次回折光は回折角θで反対方向に射出し、円環状反射格子14により元の光路に回折反射され、更に回折格子スケール15により-1次回折されて、非偏光ビームスプリッタ13まで戻される。ここで、半導体レーザー光源11から回折格子スケール15に照射された光束は垂直及び水平方向の偏光成分を含んでおり、非偏光ビームスプリッタ13に伝播される±1次回折光は、明暗光束にはなっていないが、互いに偏光方位が90度ずれて波面が重なり合

っている。

【0023】

この結果、非偏光ビームスプリッタ13により反射された両光束は $1/4$ 波長板21を透過し、2光束間の位相差に基づいて偏光方位が変化する直線偏光光束に変換され、後段の非偏光ビームスプリッタ22により2分割され、それぞれ偏光板23a、23bによって特定の偏光方位のみが抽出されて、それぞれ受光素子16a、16bによって明暗信号が受光される。これらそれぞれの明暗信号の位相(タイミング)は、偏光板23a、23bの偏光方位のずれで与えられる。即ち、偏光板23aと偏光板23bの偏光方位を互いに45度ずらすことによって、明暗信号の位相差は90度に設定される。

【0024】

図8は第3の実施例の構成図を示し、位相差信号を発生するように結晶光学素子を配置して、2相信号検出となっている。本実施例では、回折格子スケール15と円環状反射格子14の間の光路中的一方に、 $1/4$ 波長板24が挿入されている。

【0025】

半導体レーザー光源11からの光束は、非偏光ビームスプリッタ13を透過した後に回折格子スケール14に略垂直に照射されている。回折格子スケール15から反射された+1次回折光は回折角θで射出し、 $1/4$ 波長板24を通って円環状反射格子14に至り、円環状反射格子14で元の光路に回折反射され、再び回折格子スケール15により+1次回折して非偏光ビームスプリッタ13まで戻される。

【0026】

一方の反射された-1次回折光は回折角θにより反対方向に射出し、 $1/4$ 波長板24を通って円環状反射格子14に至り、円環状反射格子14により元の光路に回折反射され、再び回折格子スケール15により-1次回折して非偏光ビームスプリッタ13まで戻される。ここで、半導体レーザー光源11から回折格子スケール14に照射された光束の偏光成分は $1/4$ 波長板24の光学軸に対して45度の関係になっており、 $1/4$ 波長板24を往復透過した側のみ偏光方位が

90度ずらするために、非偏光ビームスプリッタ13に伝播される±1次回折光は、明暗光束にはなっていないが、互いに偏光方位が90度ずれて波面がか重なり合っている。

【0027】

その後に、第2の実施例と同様に、これらの両光束は1/4波長板21、非偏光ビームスプリッタ22を通り、それぞれ偏光板23a、23bを介した受光素子23a、23bによって明暗信号が受光される。

【0028】

図9は第4の実施例の構成図を示し、位相差信号を発生するように結晶光学素子が配置され、2相信号検出としている。本実施例では、回折格子スケール15と円環状反射格子14の間の光路中に1/8波長板25a、25bが互いに光学軸を90度ずらして挿入されている。

【0029】

半導体レーザー光源11からの光束Iは非偏光ビームスプリッタ13を透過した後に、回折格子スケール15に略垂直に照射される。回折格子スケール15から反射された+1次回折光は回折角θで射出し、1/8波長板25aを通って円環状反射格子14に至り、円環状反射格子14により元の光路に回折反射され、再び回折格子スケール15により+1次回折して非偏光ビームスプリッタ13まで戻される。

【0030】

一方の反射された-1次回折光は回折角θにより反対方向に射出し、1/8波長板25bを通って円環状反射格子14に至り、円環状反射格子14により元の光路に回折反射され、再び回折格子スケール15により-1次回折されて、非偏光ビームスプリッタ13まで戻されている。ここで、半導体レーザー光源11から回折格子スケール15に照射された光束の偏光成分は、1/8波長板25a、25bの光学軸に対して45度の関係に設定されている。

【0031】

非偏光ビームスプリッタ13に伝播される±1次回折光は、互いに逆周りの円偏光光束となっているために、両者をベクトル合成すると、2光束間の位相差に

基づいて偏光方位が変化する直線偏光光束に変換される。この光束は後段の非偏光ビームスプリッタ22により2分割され、それぞれを偏光板23a、23bにより特定の偏光方位のみが抽出され、受光素子それぞれ16a、16bにおいて明暗信号が受光される。

【0032】

図10は第5の実施例の構成図を示し、円環状反射格子14の代りに円環状透過格子14'が採用され、円環状透過格子14'の直後にある反射面Mにより往復回折して、回折格子スケール15上に再照射するように構成されている。ここで、円環状透過格子14'のピッチは回折格子スケール15のピッチと同じに設定してある。

【0033】

第4の実施例と同様に、半導体レーザー光源11からの光束は非偏光ビームスプリッタ13を透過して回折格子スケール15に照射され、その+1次反射回折光は回折角 θ で出射し、1/8波長板25aを通って円環状透過格子14'により回折し、回折直後の反射面Mにより元の光路に戻され、再び円環状透過格子14'により回折偏向し、回折格子スケール15により+1次回折されて非偏光ビームスプリッタ13まで戻される。

【0034】

一方の-1次反射回折光は回折角 θ により反対方向に射出し、1/8波長板25bを通って円環状透過格子14'により回折し、反射面Mにより元の光路に戻され、再び円環状透過格子14'により回折偏向し、回折格子スケール15により-1次回折されて非偏光ビームスプリッタ13まで戻される。

【0035】

そして第4の実施例と同様に、±1次回折光は直線偏光光束に変換されて非偏光ビームスプリッタ22により2分割され、それぞれ偏光板23a、23bを介して受光素子16a、16bに明暗信号が受光される。

【0036】

なお、図10において位相差信号を得るために、図7と同様に偏光板を挿入する方法や、図8に示すように位相差板を挿入する方法も適用可能である。また

、これらの偏光状態変換素子は円環状透過格子14' と反射面Mの間に挿入してもよい。

【0037】

また、本実施例においては次の項目に関して部分変更の置き換えが可能である

【0038】

(a) 回折格子スケール15及び円環状反射格子14において、±1次回折光以外の回折次数の回折光を使用する。

【0039】

(b) 偏光板20S、20P、23a、23bをこれと同等な機能を有する他の素子である偏光膜付きプリズムや微細格子パターンとする。

【0040】

(c) 位相差板即ち $1/4$ 波長板21や $1/8$ 波長板25a、25bを水晶等の結晶光学素子と同等な機能を有する微細構造パターンや他の異方性材料とする

【0041】

(d) 位相差信号を2相以上とし位相差を90度以外に設定し、更に偏光素子や位相差板の配置を一部を変更して同等な効果を得る。

【0042】

(e) 回折格子スケール15に投光する光束と再回折された光束を受光素子16に導くために非偏光ビームスプリッタ13、22を使用しているが、回折格子等の他のビーム分割合成手段を使用したり、往路と復路の光路を空間的にずらすことにより分離したり、更に一方の光束のみを選択反射して受光素子16側に導いてもよい。

【0043】

(f) 回折格子スケール15を円板状のディスクとし、放射状格子を記録したものに変えることによって、簡便にロータリエンコーダへ変更することができる

【0044】

なお、上述した実施例では円環状反射格子としては、例えばガラスエッチング等により加工されたガラス板の裏面に反射膜を蒸着した素子が利用できるので、耐環境性が良好である。

【0045】

【発明の効果】

以上説明したように本発明に係る光学式エンコーダは、回折格子スケール又は円環状回折格子への照射状態を最適化することによって、次に列挙する効果が得られる。

【0046】

(1) 例えば平面状の光学素子を使用するために、キャツツアイのように配置空間が複雑にならずかつ小型化に向いている。

【0047】

(2) 光源の波長変動に対して補正が働くので干渉信号が安定する。

【0048】

(3) アライメント誤差に対して補正が働くために、回折格子スケールと検出ヘッドを分離したエンコーダでも取り付けが比較的容易になる。

【0049】

(4) 再帰光学素子が小型でかつ部品点数が少ないために、光束照射手段に更に偏向手段を付加することによって、回折格子スケールへの照射方法や向きに自由度が高くなり、広範な適用姿勢が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

第1の実施例のエンコーダの構成図である。

【図2】

光源波長変化の影響の説明図である。

【図3】

スケールと検出ヘッドのギャップ変化の説明図である。

【図4】

スケールと検出ヘッドのアジマス角度変化の影響の説明図である。

【図5】

スケールと検出ヘッドのチルト角度変化の影響の説明図である。

【図6】

スケールと検出ヘッドのチルト角度変化の影響の説明図である。

【図7】

第2の実施例のエンコーダの構成図である。

【図8】

第3の実施例のエンコーダの構成図である。

【図9】

第4の実施例のエンコーダの構成図である。

【図10】

第5の実施例のエンコーダの構成図である。

【図11】

従来例のエンコーダの構成図である。

【符号の説明】

1 1 半導体レーザー光源

1 2 コリメータレンズ

1 3、 2 2 非偏光ビームスプリッタ

1 4 円環状反射格子

1 4' 円環状透過格子

1 5 放射回折格子スケール

1 6、 1 6 a、 1 6 b 受光素子

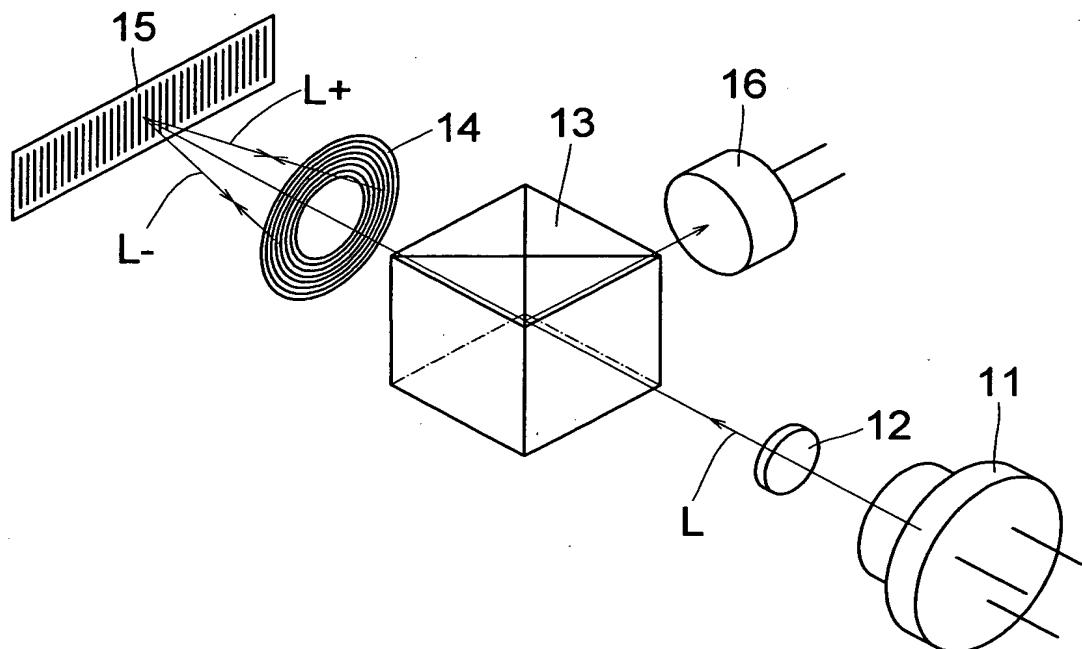
2 0 S、 2 0 P、 2 3 a、 2 3 b 偏光板

2 1、 2 4 1/4 波長板

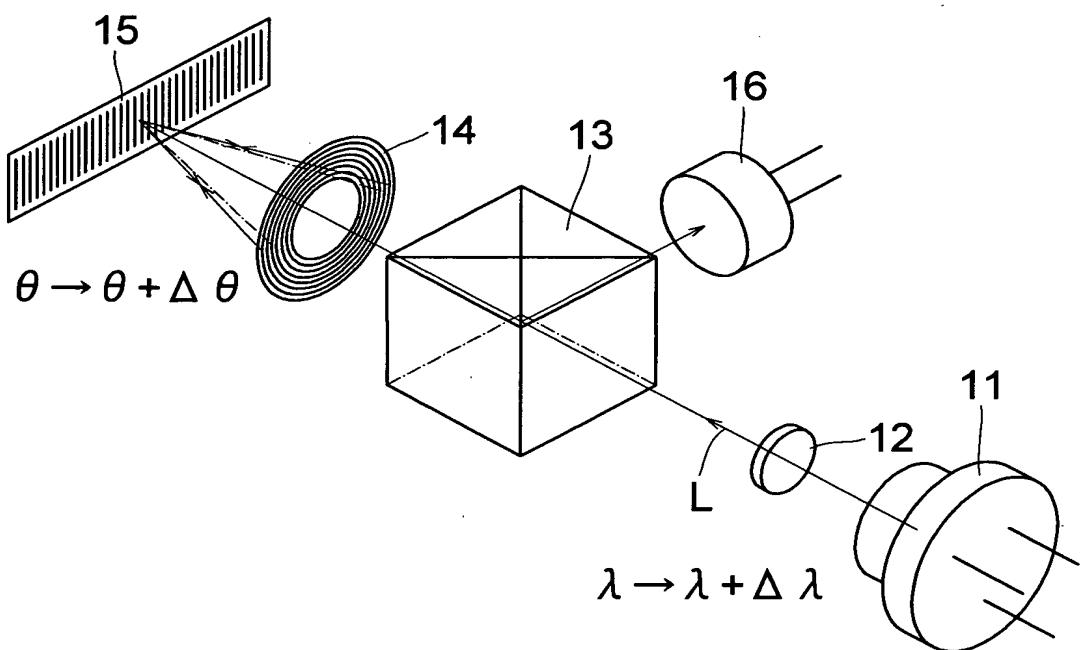
2 5 a、 2 5 b 1/8 波長板

【書類名】 図面

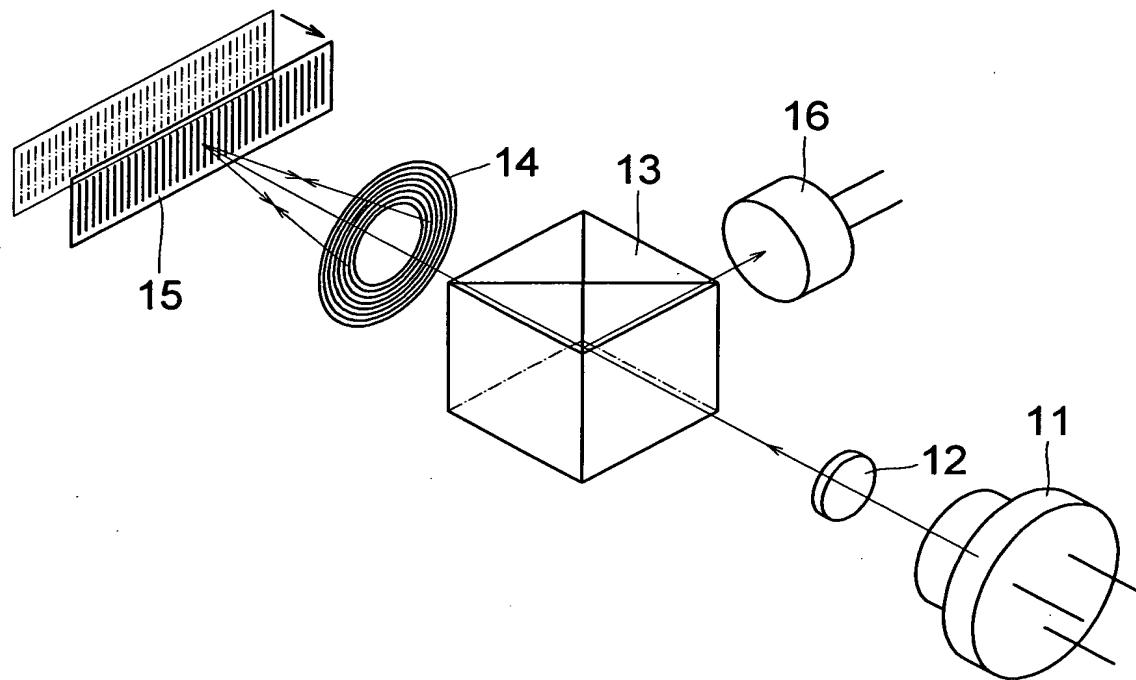
【図1】



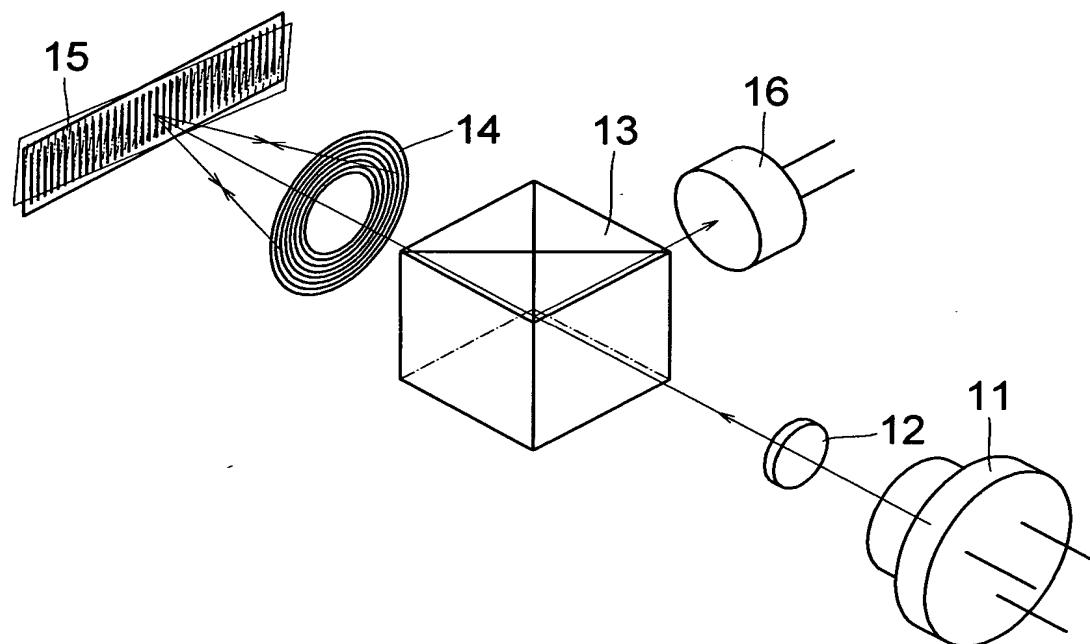
【図2】



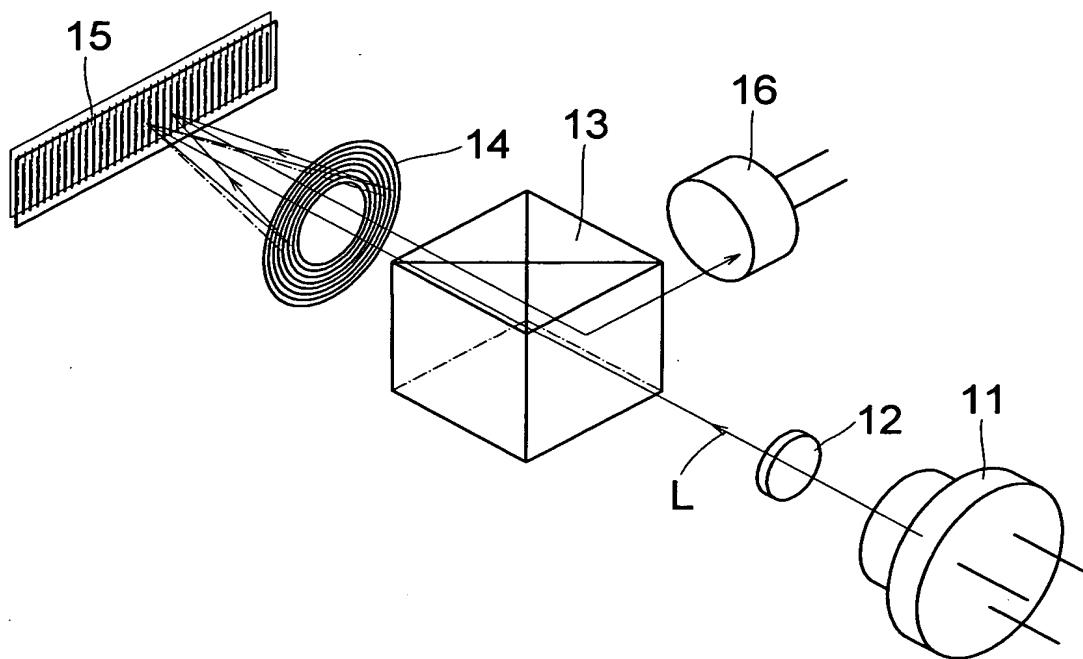
【図3】



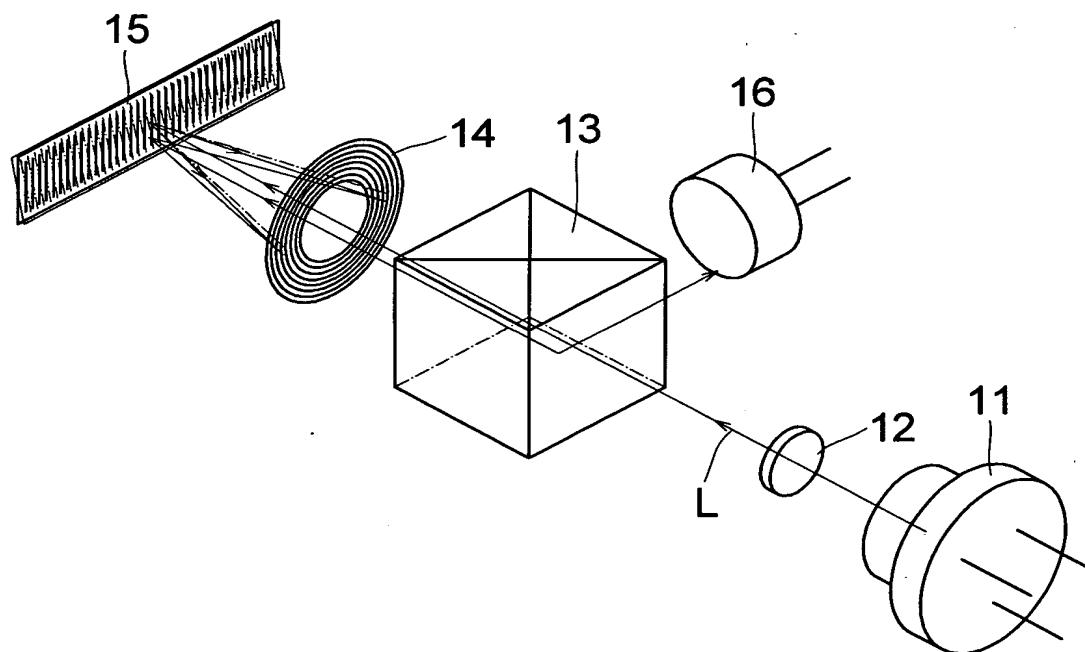
【図4】



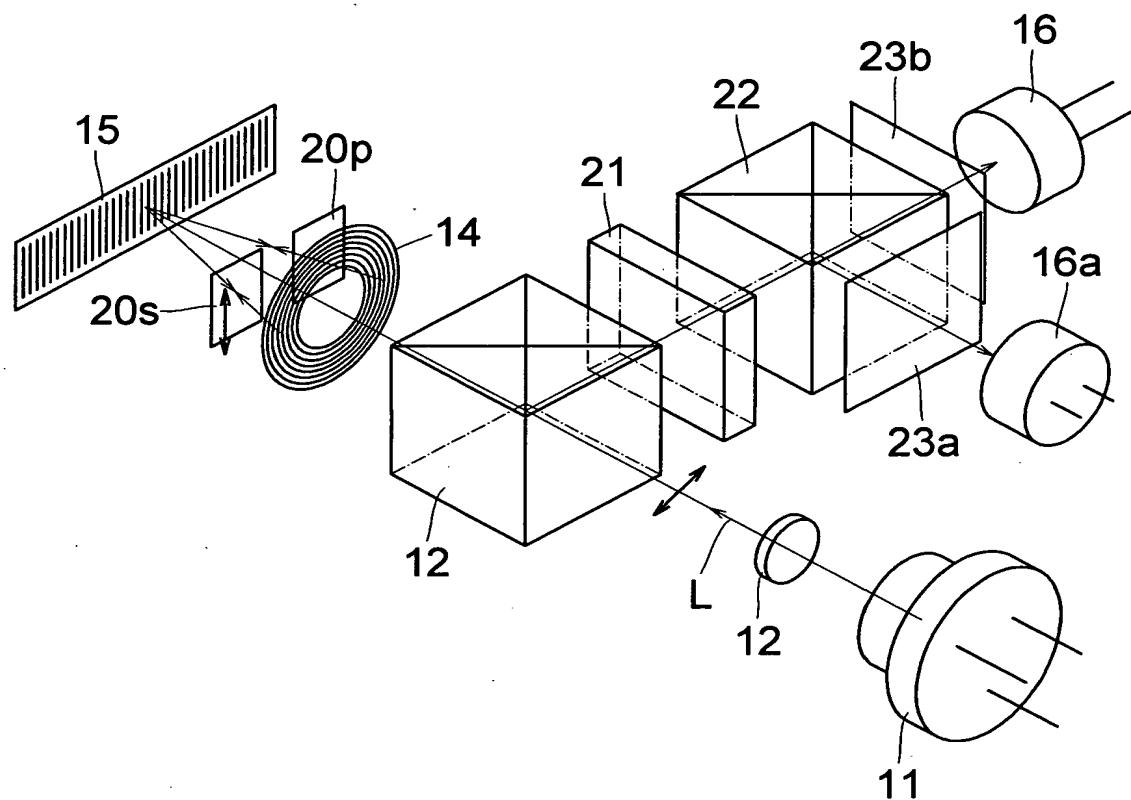
【図5】



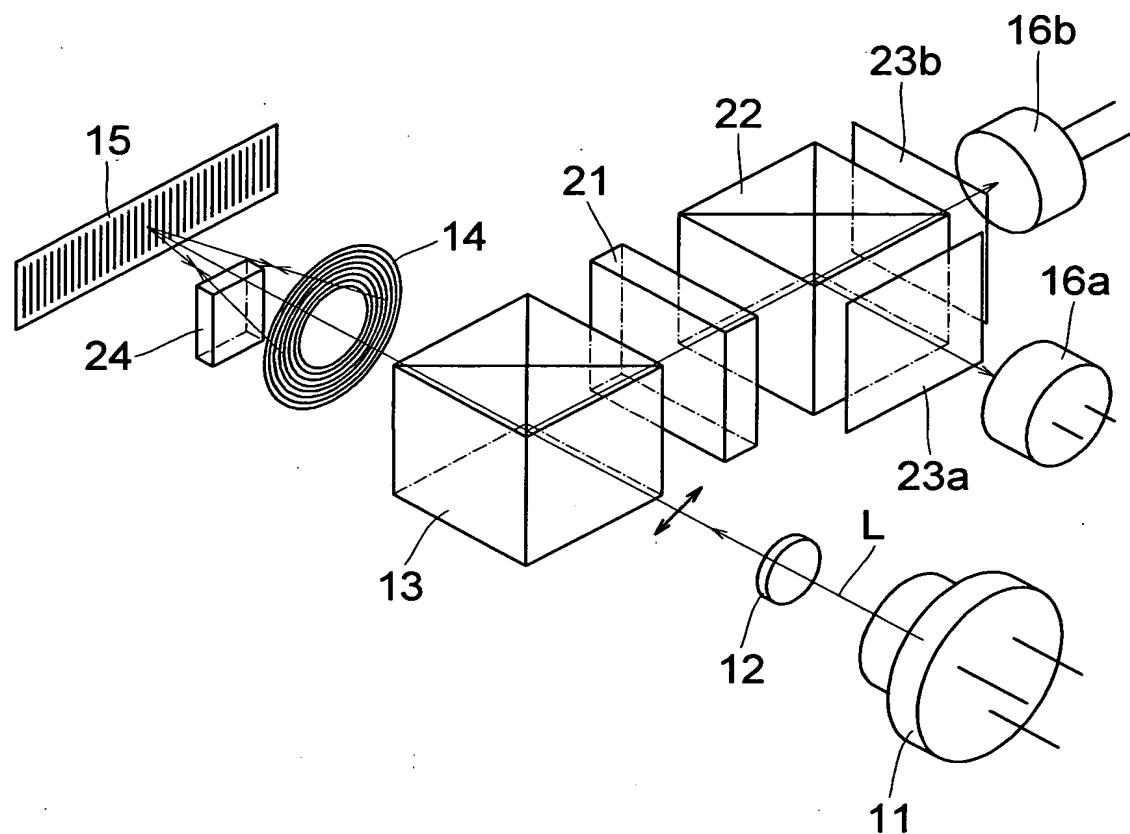
【図6】



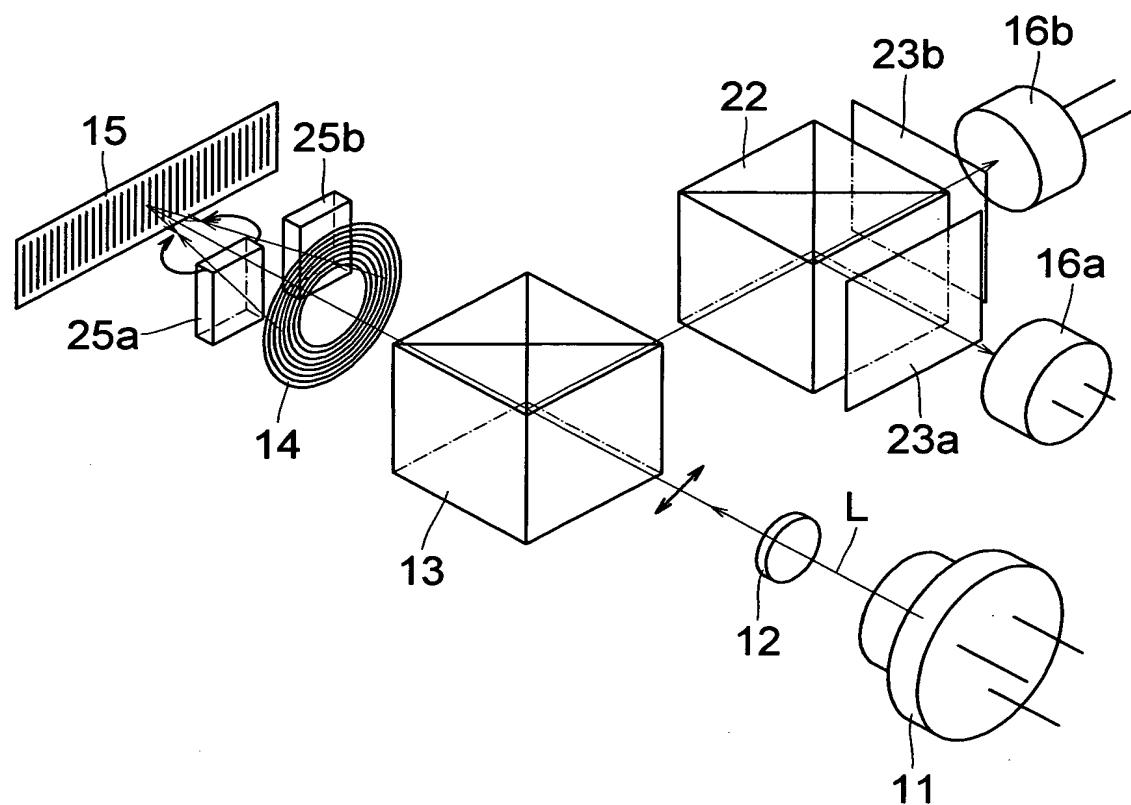
【図7】



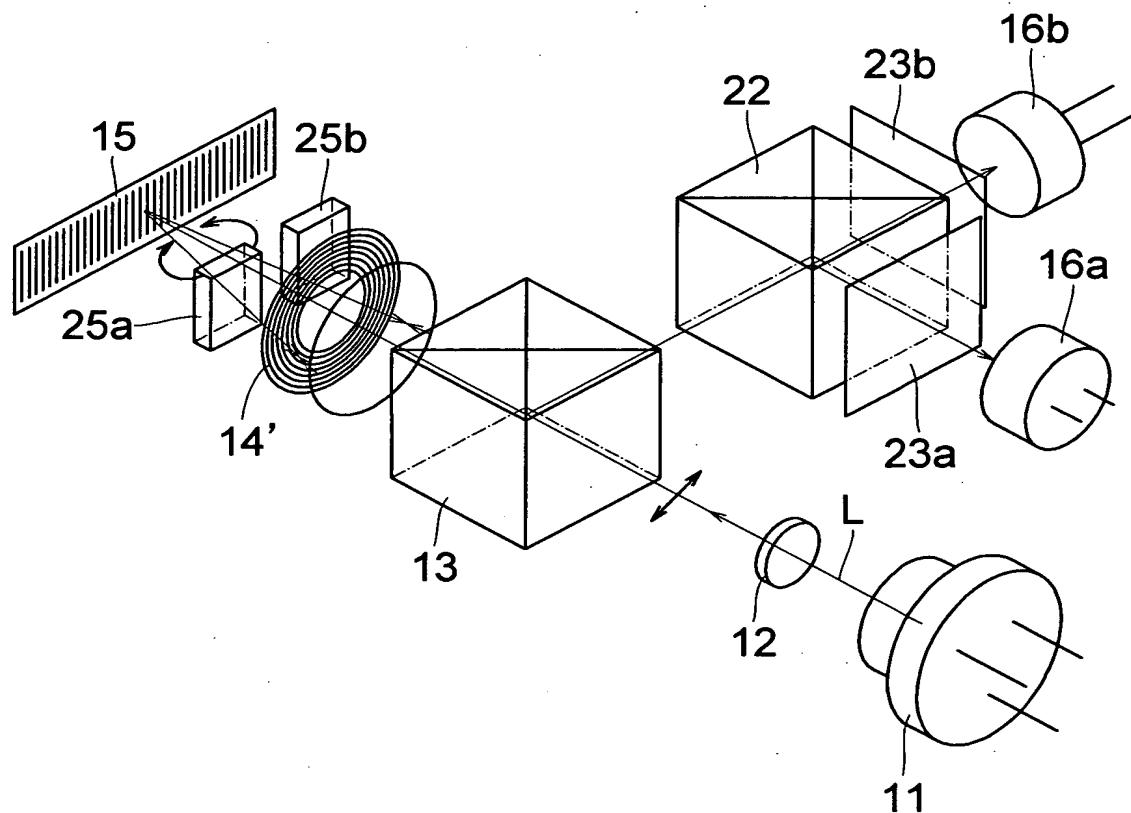
【図8】



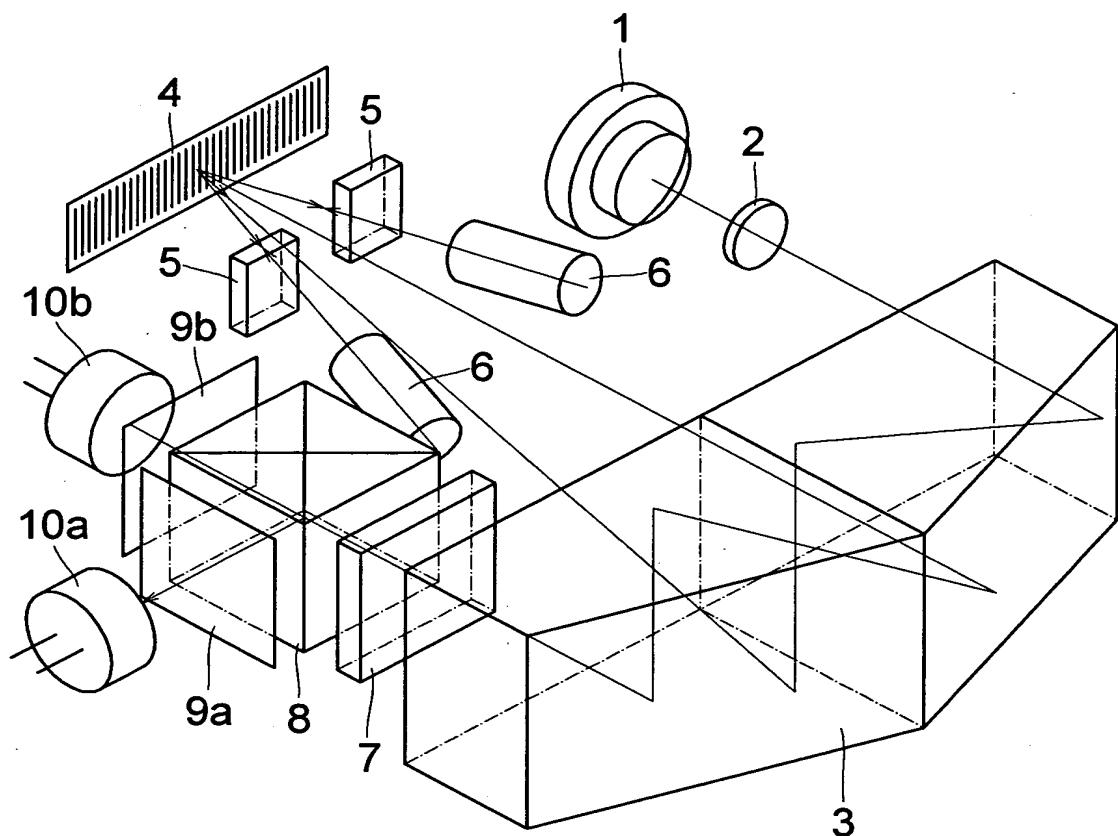
【図9】



【図10】



【図11】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 円環状回折格子を利用することにより安定した光束検出を行う。

【解決手段】 半導体レーザー光源11から射出した光束は、コリメータレンズ12、ビームスプリッタ13、円環状反射格子14の中央部を透過して、回折格子スケール15に照射され、回折格子スケール15からの2つの反射回折光は、それぞれ円環状反射格子14上に照射される。円環状反射格子14はどの部分に入射した光束もほぼ元の方位へ回折し、回折格子スケール15の同一位置に向けて照射されて再び回折し、それらの光束がそれぞれ重ね合わされてビームスプリッタ13まで戻され、光束はそれぞれビームスプリッタ13によって半導体レーザー光源11と異なる方向へ取り出され、干渉光束として受光素子16において検出される。半導体レーザー光源11の発振波長が温度環境の変化等の要因により変化して回折光の回折角が変わっても、円環状反射格子14により元の回折角で回折されるために、回折格子スケール15による再回折位置及び射出光束の状態は不变であり、干渉状態は安定している。

【選択図】 図1

出願人履歴情報

識別番号 [000001007]

1. 変更年月日 1990年 8月30日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
氏 名 キヤノン株式会社